



OnSSET/Plate-forme mondiale d'électrification

Travaux pratiques 3 : Travailler avec des données matricielles¹

NOTE1 : Ces exercices sont censés être réalisés avec QGIS 3.10. Si vous utilisez une autre version, il peut y avoir des problèmes. Veuillez suivre les instructions du lien pour installer QGIS 3.10.

- 1) Suivez les [instructions](#) "Instructions d'installation de QGIS 3.10" pour installer QGIS 3.10 sur votre ordinateur si vous ne disposez pas de cette version de QGIS.

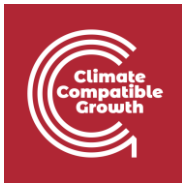
Résultats de l'apprentissage

A la fin de cet exercice, vous serez capable de :

- 1) Importer des données matricielles dans QGIS
- 2) Effectuer différents processus clés (tels que la projection, le découpage) avec des données matricielles
- 3) Rééchantillonnage et reclassification des données matricielles

¹ Cet exercice est un exercice développé par Khavari, B., 2019. Exercice 3 : Travailler avec des données matricielles [Document WWW]. Kit pédagogique OnSSET. URL https://onsset.github.io/teaching_kit/courses/module_1/Exercice%203/ (consulté le 2.18.21).

Toutes les images sont des captures d'écran de [QGIS 3.10](#), qui est sous licence Attribution-ShareAlike 3.0 Unported ([CC BY-SA 3.0](#)), sauf indication contraire.



Acquisition de données

Téléchargez et décompressez le dossier "Benin_raster" disponible [ici](#). Ce dossier contient un certain nombre de dossiers et de fichiers supplémentaires. Pour cet exercice, assurez-vous que les fichiers/dossiers suivants sont inclus :

1. Un dossier nommé "Administrative_Boundaries". Ce dossier doit contenir des fichiers nommés "**Administrative_Boundaries**".
2. Un dossier nommé "Wind_Capacity". Ce dossier contient deux cartes de capacité éolienne nommées **Benin_windcap_north** et **Benin_windcap_south**.

Remarque ! Il est conseillé d'utiliser le trait de soulignement (_) pour nommer les dossiers ou les ensembles de données dans le SIG (au lieu d'un espace) afin d'éviter des erreurs inattendues lors du traitement.

Travailler avec des rasters

NOTE : Un tutoriel complet sur QGIS est disponible [ici](#).

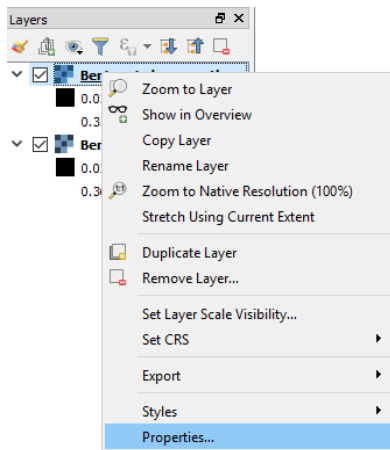
Importation

1. Dans la première étape de l'exercice, vous importerez les deux cartes de capacité éolienne.
2. L'importation de rasters peut se faire de deux manières différentes : il suffit de faire glisser le fichier raster sur le canevas de la carte ou d'aller dans le menu déroulant supérieur et de cliquer sur **Layer** ▾ **Add Layer** ▢ **Add Raster Layer...** (Pour les rasters, nous travaillons généralement avec le fichier .tif).

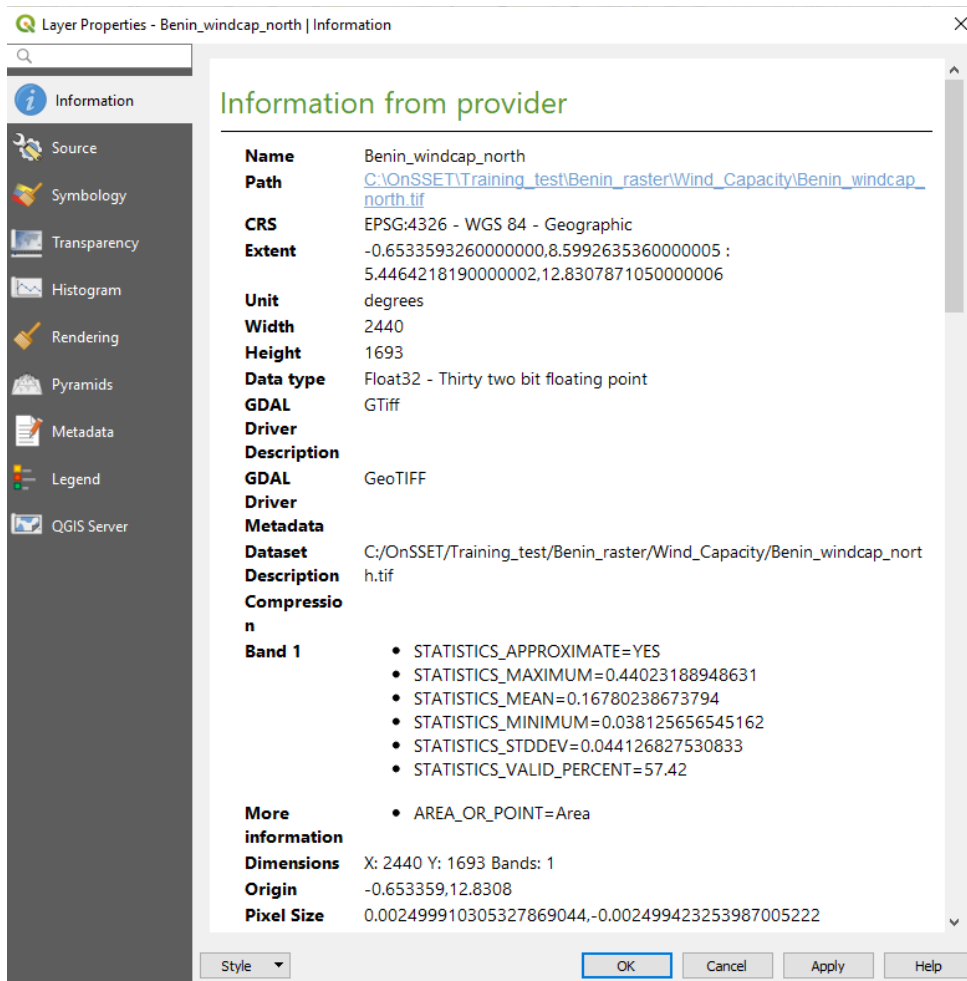
Pour l'instant, vous n'aurez besoin que des cartes de la capacité éolienne, et vous n'aurez donc pas besoin des limites administratives.

Propriétés du raster

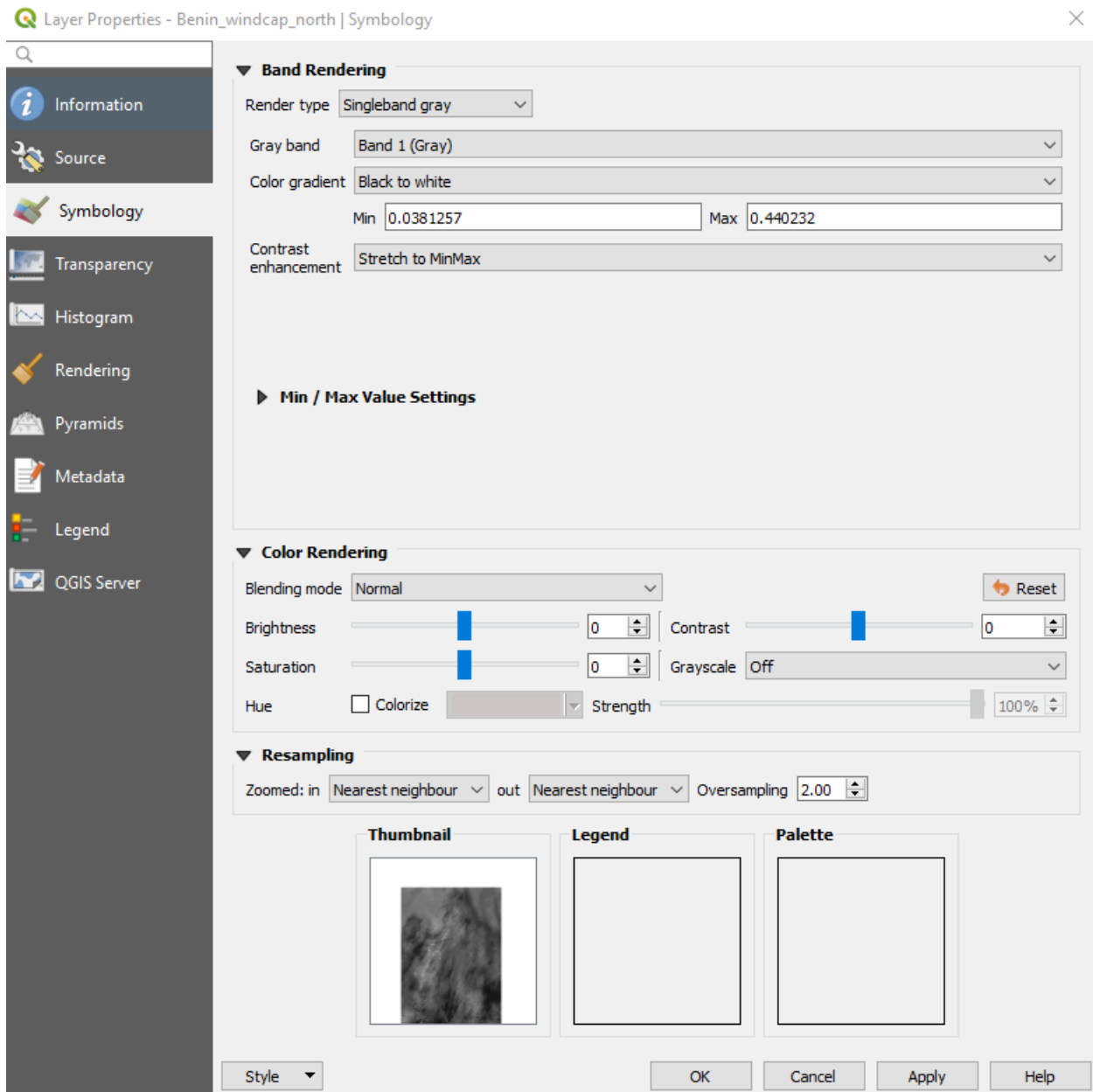
1. Ensuite, il est temps d'examiner les propriétés des rasters.
2. En cliquant avec le bouton droit de la souris sur votre couche matricielle, vous pourrez examiner et/ou modifier les propriétés de vos fichiers matriciels.



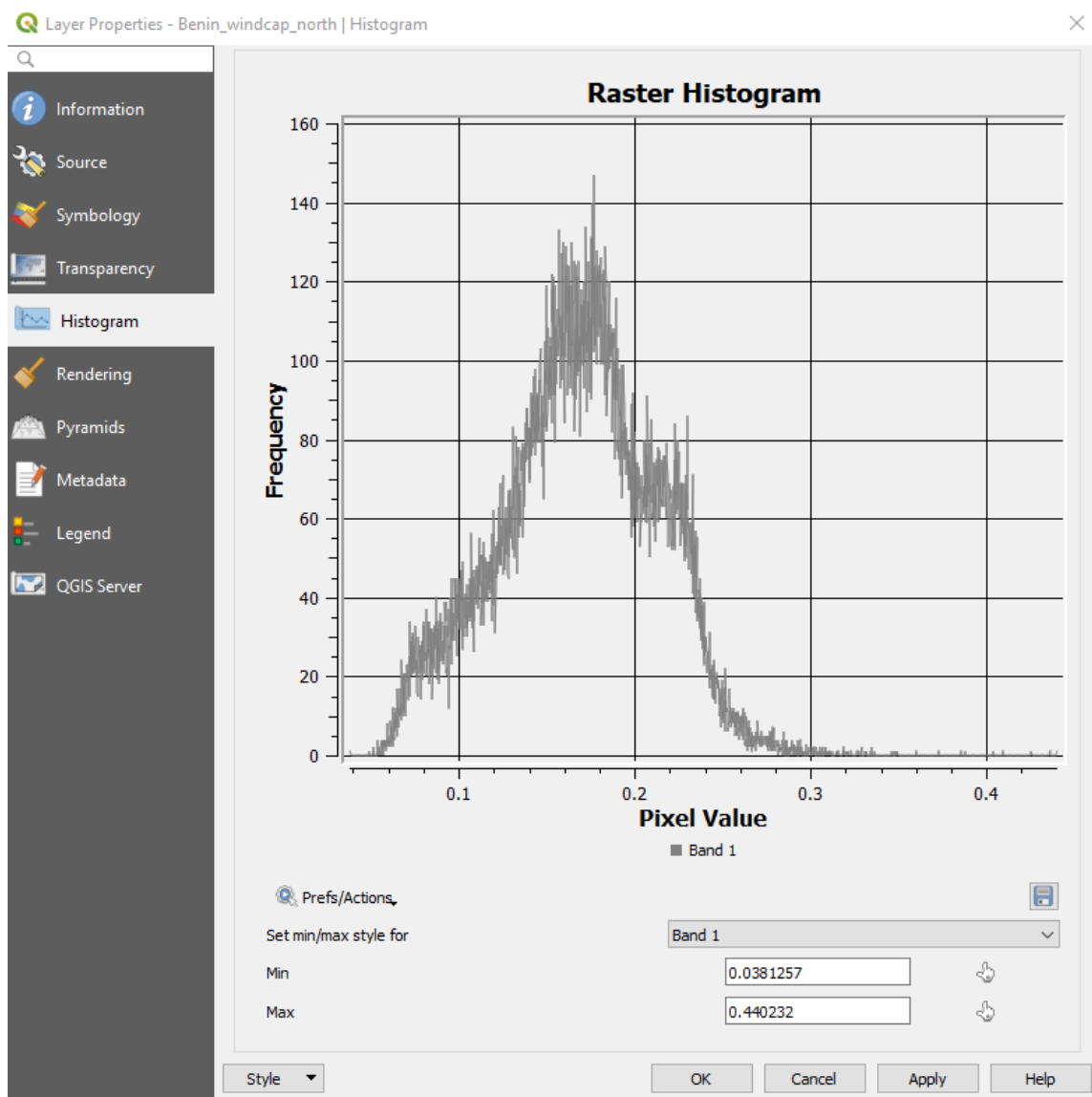
3. Tout d'abord, cliquez sur l'onglet **Information**. Vous y trouverez des informations générales sur votre couche, qui vous permettront d'approfondir vos connaissances sur les données avec lesquelles vous travaillez.



4. L'un des onglets les plus importants pour l'apparence de votre jeu de données est l'onglet **Symbologie**. Vous pouvez y modifier la couleur, le style et la plage de légende du raster, ce qui est très utile lorsque vous souhaitez mettre en évidence différents aspects de vos données.




5. Ensuite, nous passerons à l'onglet **Histogramme**. Ici, vous pourrez examiner le nombre d'occurrences pour les différentes valeurs de vos données. Cela peut s'avérer très utile lorsque vous souhaitez obtenir un résumé de vos données matricielles ou pour identifier les valeurs aberrantes. **Cliquez sur calculer l'histogramme pour voir la figure ci-dessous.**

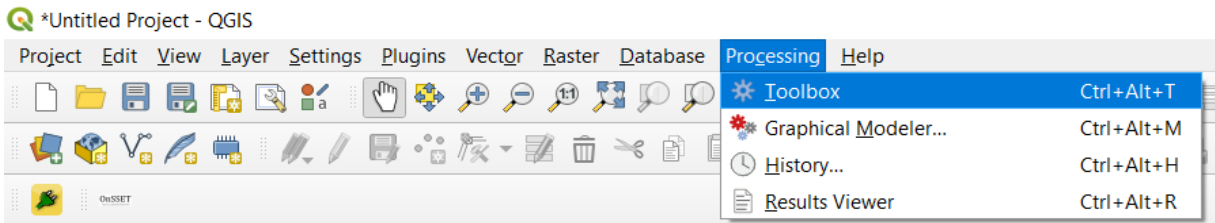


Fusionner des couches matricielles

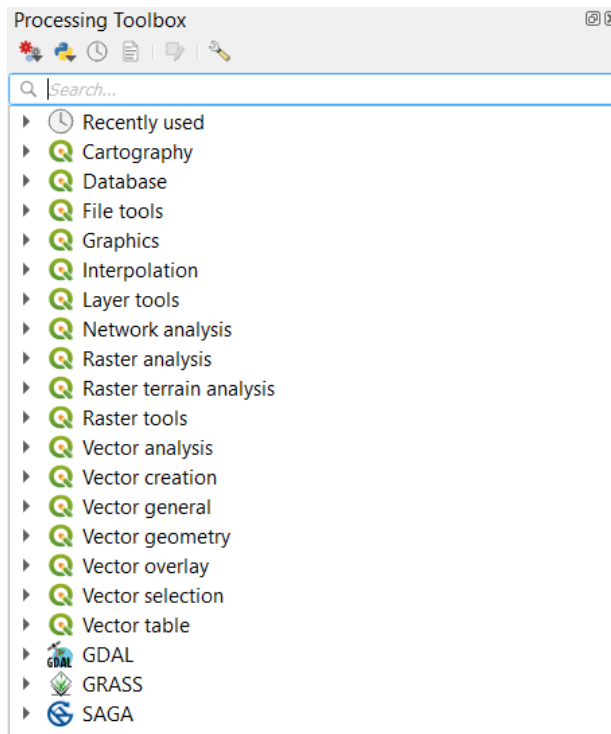
Il arrive que vous disposiez de plusieurs rasters représentant le même type de données dans différentes parties de votre zone d'étude. Dans ce cas, il est souvent utile de fusionner les rasters en un seul jeu de données. Pour ce faire, vous pouvez utiliser un outil appelé **Merge**. La carte de la capacité éolienne du Bénin vous a été

fournie en deux parties. Vous allez maintenant utiliser l'outil Fusionner pour fusionner ces ensembles de données en un seul raster.

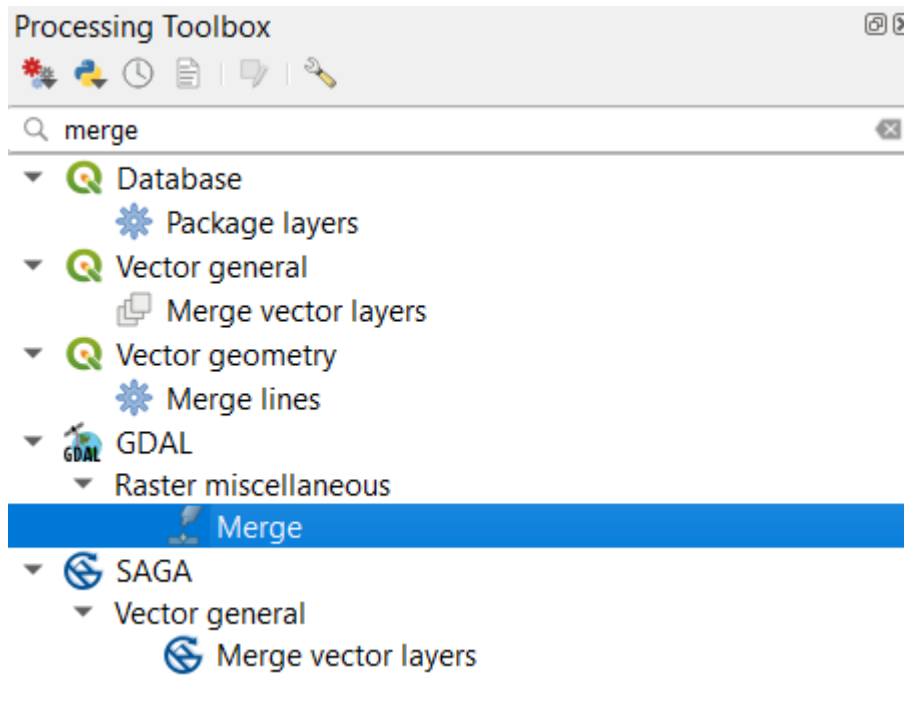
1. Rendez la barre d'outils visible en allant dans le menu déroulant et en cliquant sur **Processing**  **Toolbox**.



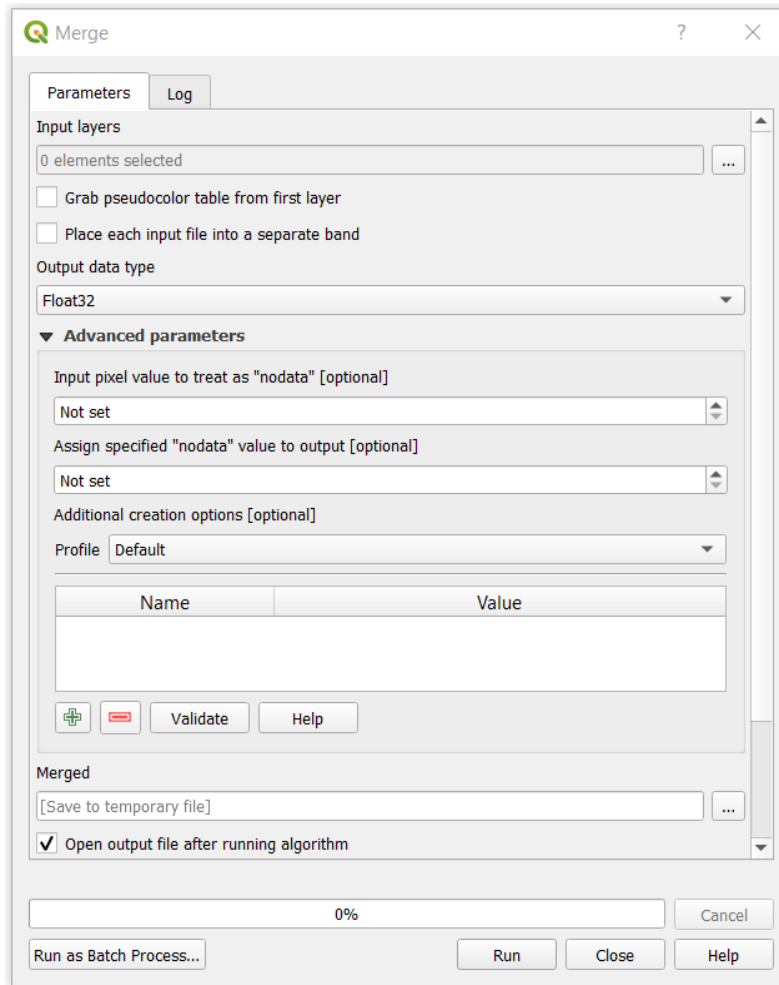
La boîte à outils s'ouvre sur le côté droit de l'interface QGIS. Dans cette boîte à outils, vous pouvez rechercher tous les outils dont vous avez besoin.



2. Recherchez maintenant "merge". Vous obtiendrez ainsi tous les outils contenant le mot "fusion".



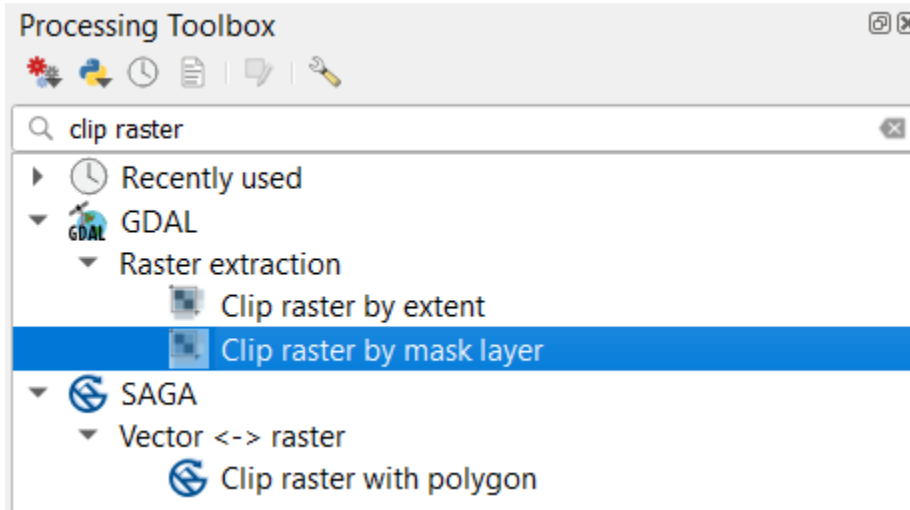
3. Sélectionnez l'outil de fusion dans le paquet GDAL (celui qui est mis en évidence dans l'image ci-dessus).
4. Dans la fenêtre qui s'ouvre, choisissez les deux ensembles de données que vous souhaitez fusionner dans le champ "Couche d'entrée" en cliquant sur les trois points situés à droite du champ. Vous pouvez laisser le reste tel quel. Cliquez sur **Exécuter** pour lancer l'outil. Lorsque vos couches ont été fusionnées avec succès, vous pouvez supprimer les deux cartes originales de l'interface QGIS.



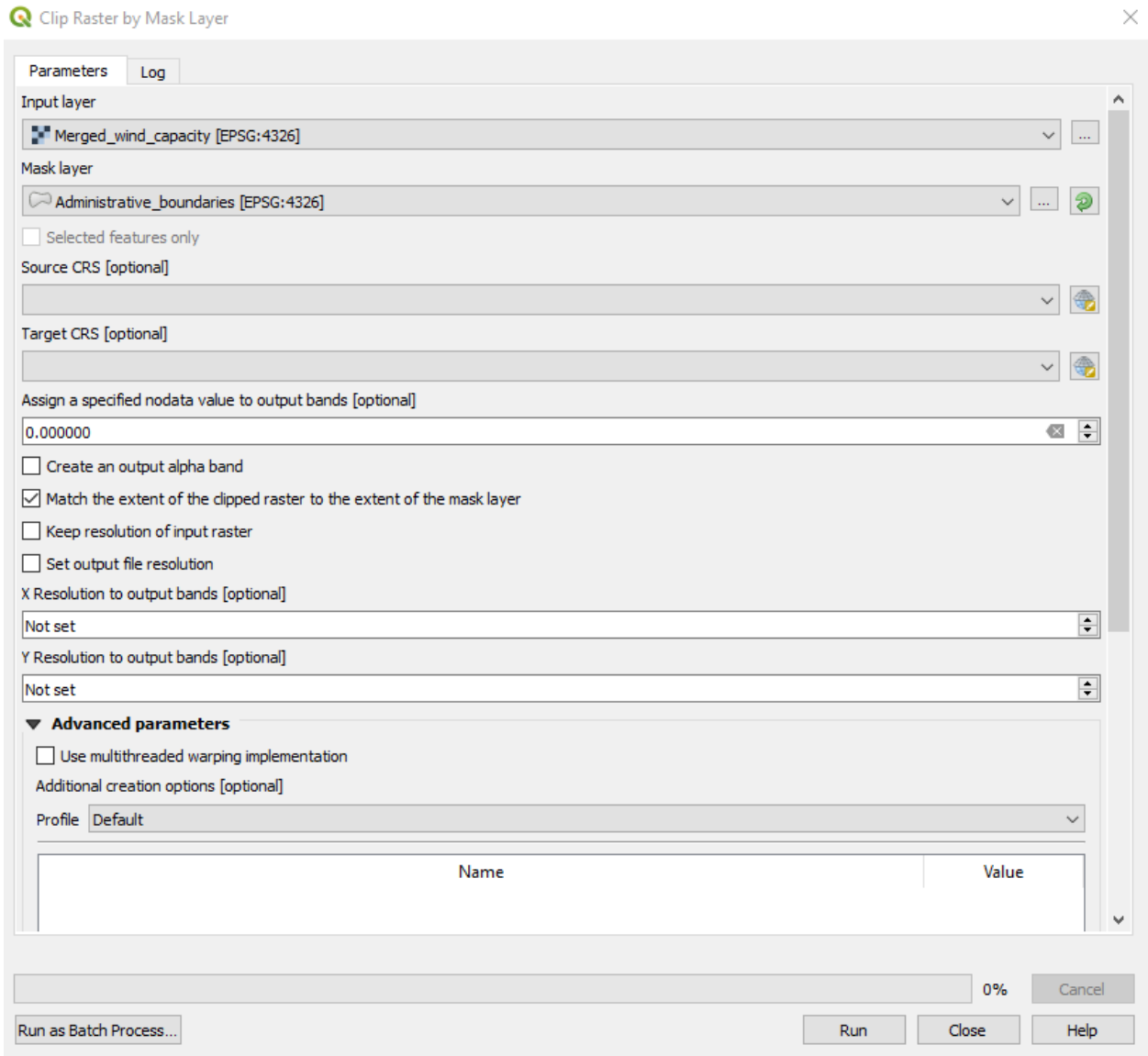
Clip

Vous remarquerez maintenant que le jeu de données couvre une zone beaucoup plus grande que la zone d'étude. Nous allons y remédier en découpant ce raster avec les limites administratives du Bénin. Pour ce faire, nous utilisons le **calque Clip Raster by Mask**.

1. Importez les limites administratives du Bénin qui vous ont été remises dans le dossier Benin_raster. Pour ce faire, faites glisser directement le fichier .shp sur le canevas de la carte.
2. Cherchez **Clip Raster by Mask Layer** dans la **boîte à outils**. Sélectionnez l'outil inclus dans le paquet GDAL (celui mis en évidence ci-dessous).



3. En tant que "couche d'entrée", entrez le raster que vous souhaitez découper (dans ce cas, la carte fusionnée de la capacité éolienne que vous avez créée à l'étape précédente). En tant que "couche de masque", entrez le polygone que vous souhaitez découper. Puisque nous voulons connaître la capacité éolienne du Bénin, nous choisissons les limites administratives du pays. Dans le champ "**Assign a specified no data value to output bands**", entrez "0". Cela permet de s'assurer que toutes les valeurs qui ne font pas partie du Bénin sont définies comme n'ayant pas de données. Vous pouvez laisser le reste tel quel. Cliquez sur **Exécuter** pour lancer l'outil.

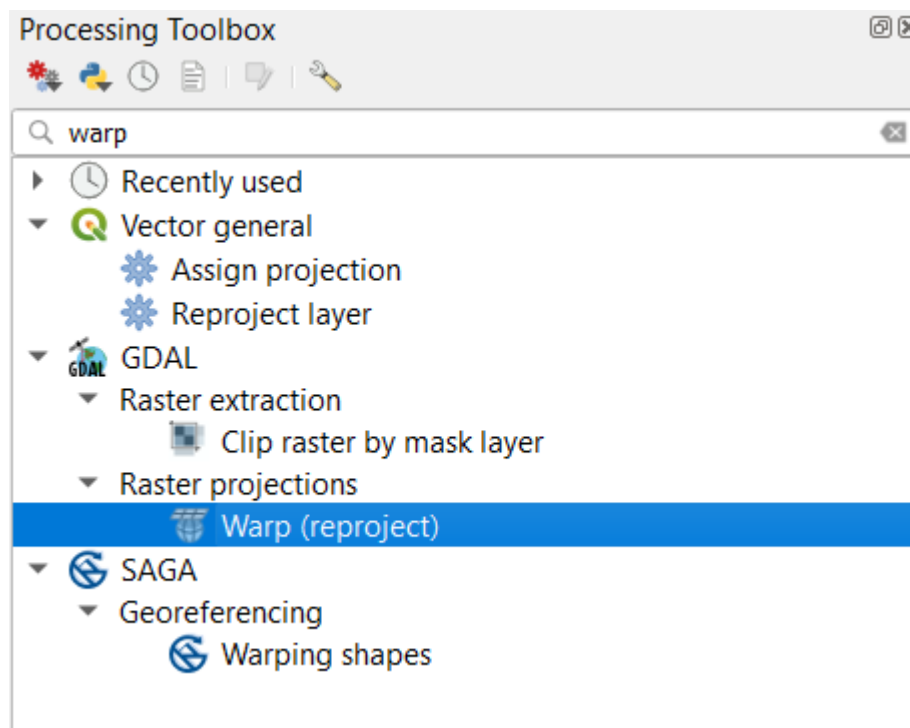


REMARQUE : pour voir votre carte de capacité éolienne découpée, décochez toutes les autres couches dans la table des matières. Notez également que la couche créée après la fusion et après l'écritage s'appelle "OUTPUT". Il peut être utile de renommer les couches après l'exécution des outils. Vous pouvez le faire dans l'onglet source des propriétés.

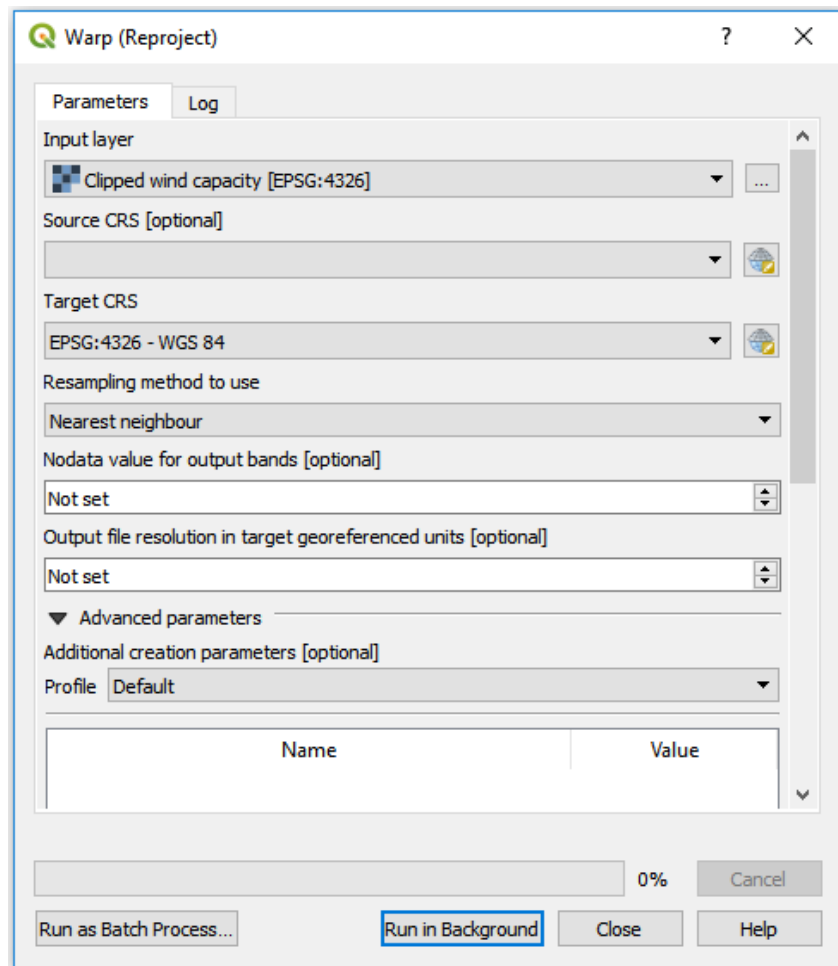
Projection de rasters

Le système de coordonnées est très important pour la représentation des données. Lorsqu'on projette une zone sur une carte, il y a toujours une certaine distorsion. Lors du choix du système de coordonnées, il est important de faire un compromis et de choisir le système qui donne le moins de distorsion. Pour cet exercice, vous devrez choisir un système de coordonnées qui fonctionne pour le Bénin, puisque c'est la zone d'étude actuelle. Dans ce cas, choisissez le système de coordonnées **WGS 84/UTM zone 31N**. Vous devez maintenant projeter la carte de la capacité éolienne qui a été découpée à l'étape précédente. Pour reprojeter des fichiers raster, vous pouvez utiliser un outil appelé **"Warp"**.

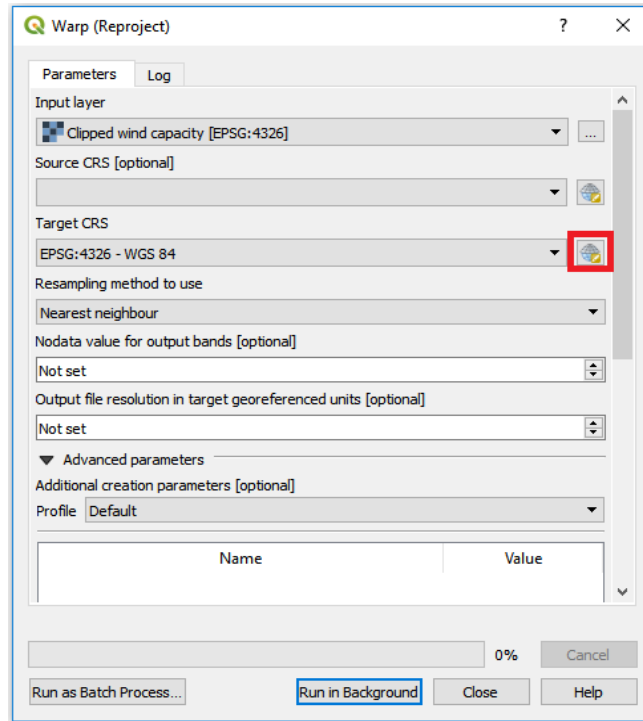
1. Dans la boîte à outils, recherchez "warp" et double-cliquez dessus pour utiliser l'outil (dans le paquet GDAL).



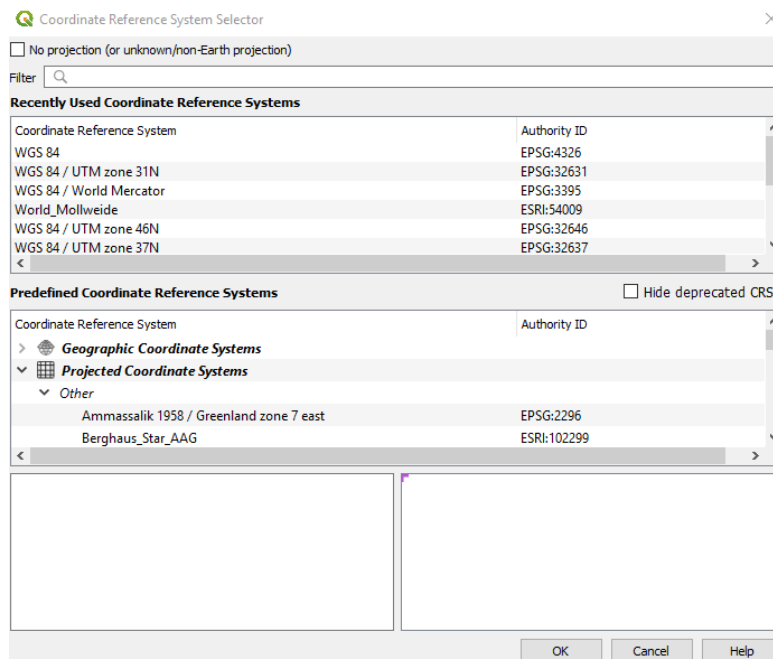
2. Tout d'abord, dans le champ "Input layer", choisissez le jeu de données que vous souhaitez projeter (il s'agit de la carte de capacité éolienne découpée de l'étape précédente).



3. Il n'est pas nécessaire de spécifier le système de projection utilisé pour le raster. Le deuxième champ ("Source CRS [optional]") peut donc être laissé vide.
4. Cliquez ensuite sur le bouton situé à côté du champ "Target CRS".

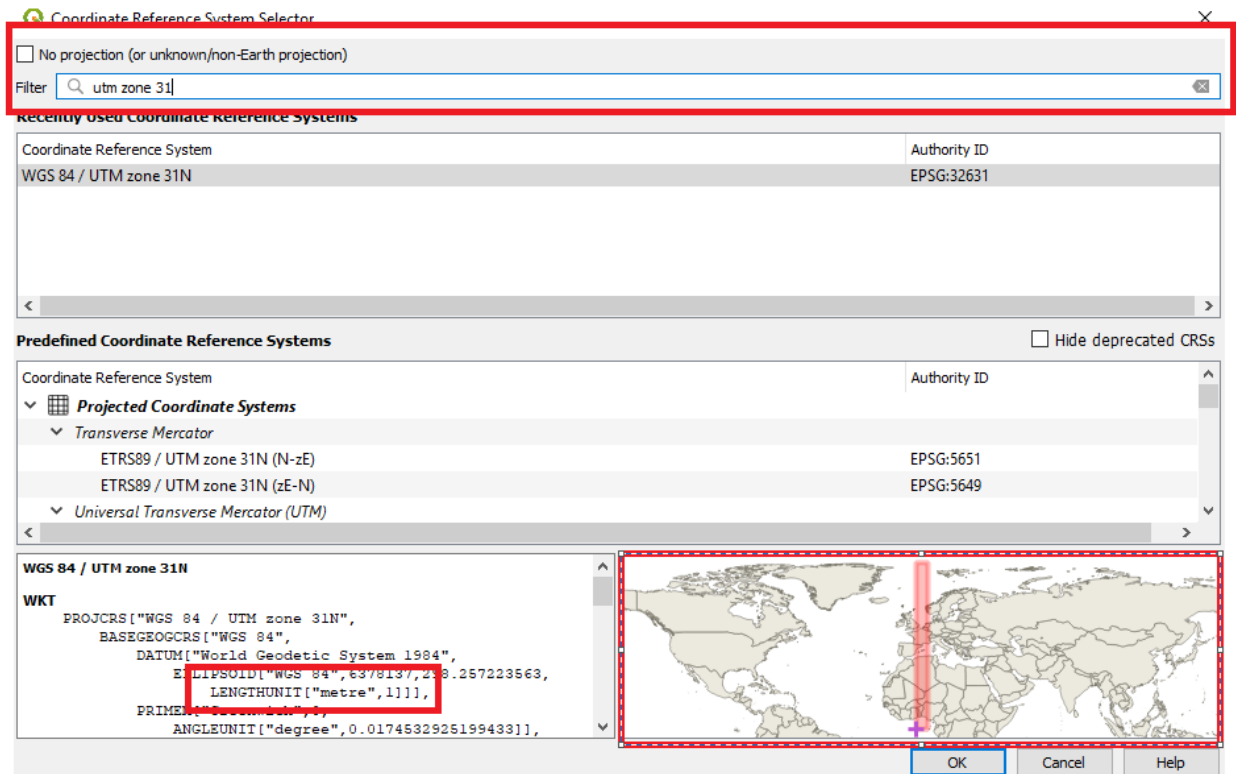


La fenêtre suivante s'ouvre :



Si cette fenêtre est grisée, veuillez à décocher la case "Pas de projection (ou projection inconnue/non terrestre)" en haut de la fenêtre.

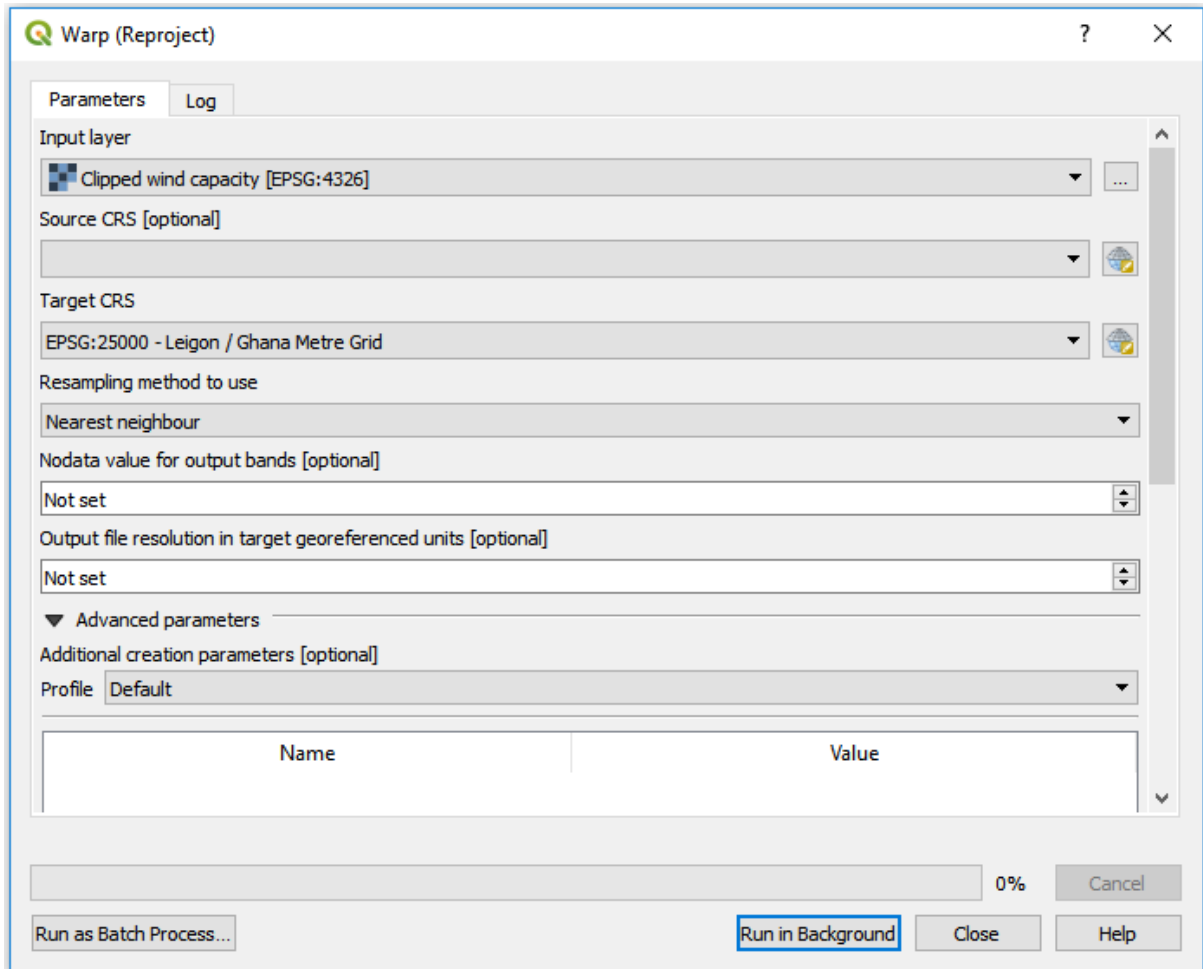
Maintenant, dans le champ filtre, commencez à taper le nom du système de coordonnées que vous voulez utiliser ("WGS 84/UTM zone 31N") :



Cliquez sur OK pour sélectionner ce système de coordonnées

NOTE : Pour les études futures, le site suivant <https://epsg.io/> peut être utilisé pour déterminer le système de coordonnées à utiliser.

5. Réglez la méthode de rééchantillonnage sur le plus proche voisin et laissez le reste tel quel.

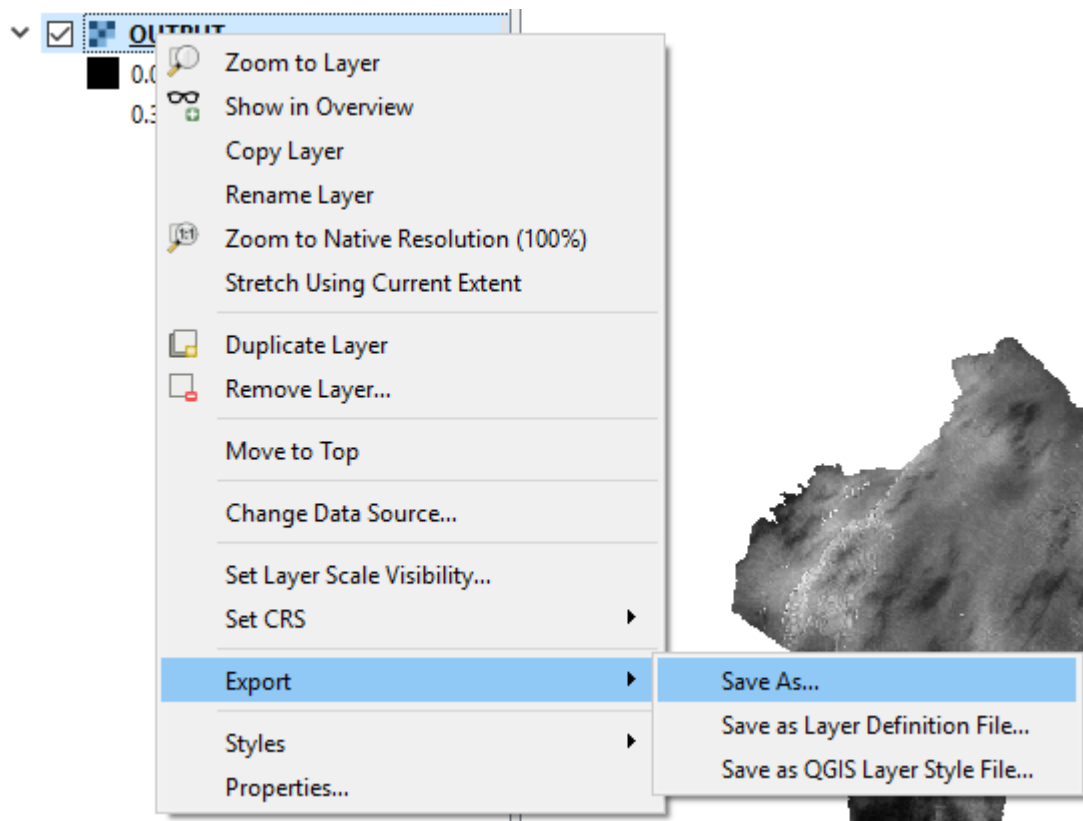


6. Exécutez l'outil en cliquant sur **Exécuter**.

Note : Comme vous l'avez peut-être déjà remarqué, QGIS choisit un nom par défaut pour les couches de sortie de chaque outil dans les cas où l'utilisateur n'a pas donné de nom lui-même. Cela peut conduire à ce que plusieurs couches différentes portent exactement le même nom. Afin d'éviter toute confusion, il est recommandé de modifier le nom des couches de sortie après l'exécution d'un outil ou d'exporter sous un nouveau nom (voir plus de détails sur l'exportation des couches ci-dessous).

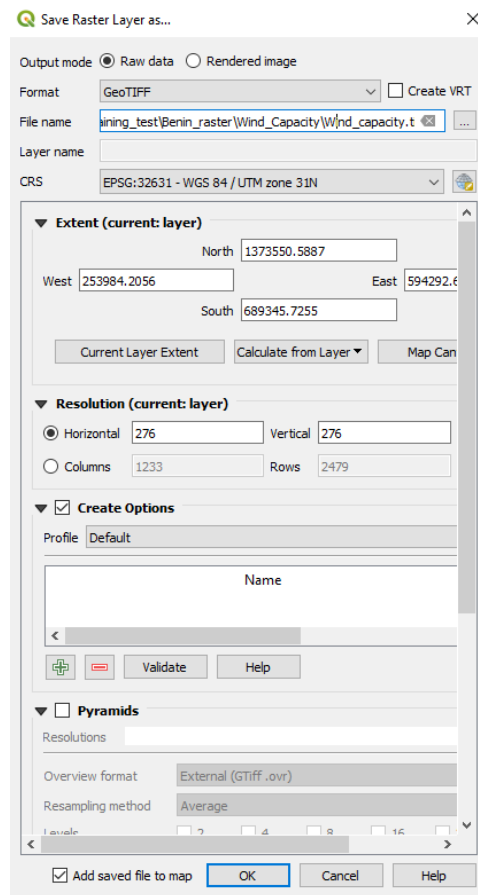
Exportation

1. Vous allez maintenant exporter la couche de capacité éolienne reprojétée dans le dossier nommé **wind_capacity**. Cette opération est nécessaire lorsque vous souhaitez enregistrer les données manipulées sur votre ordinateur pour les utiliser dans d'autres programmes ou ultérieurement.
2. Cliquez avec le bouton droit de la souris sur la couche de capacité éolienne que vous venez de projeter et cliquez sur **Export** ➤ **Save As...**



3. Choisissez d'exporter votre fichier raster en tant que GeoTiff et cliquez sur "Browse" à côté du nom de fichier et naviguez jusqu'au dossier

wind_capacity que vous avez reçu. Nommez votre couche "Wind_capacity".
Assurez-vous que la case **Ajouter le fichier enregistré à la carte** est cochée (voir figure ci-dessous).



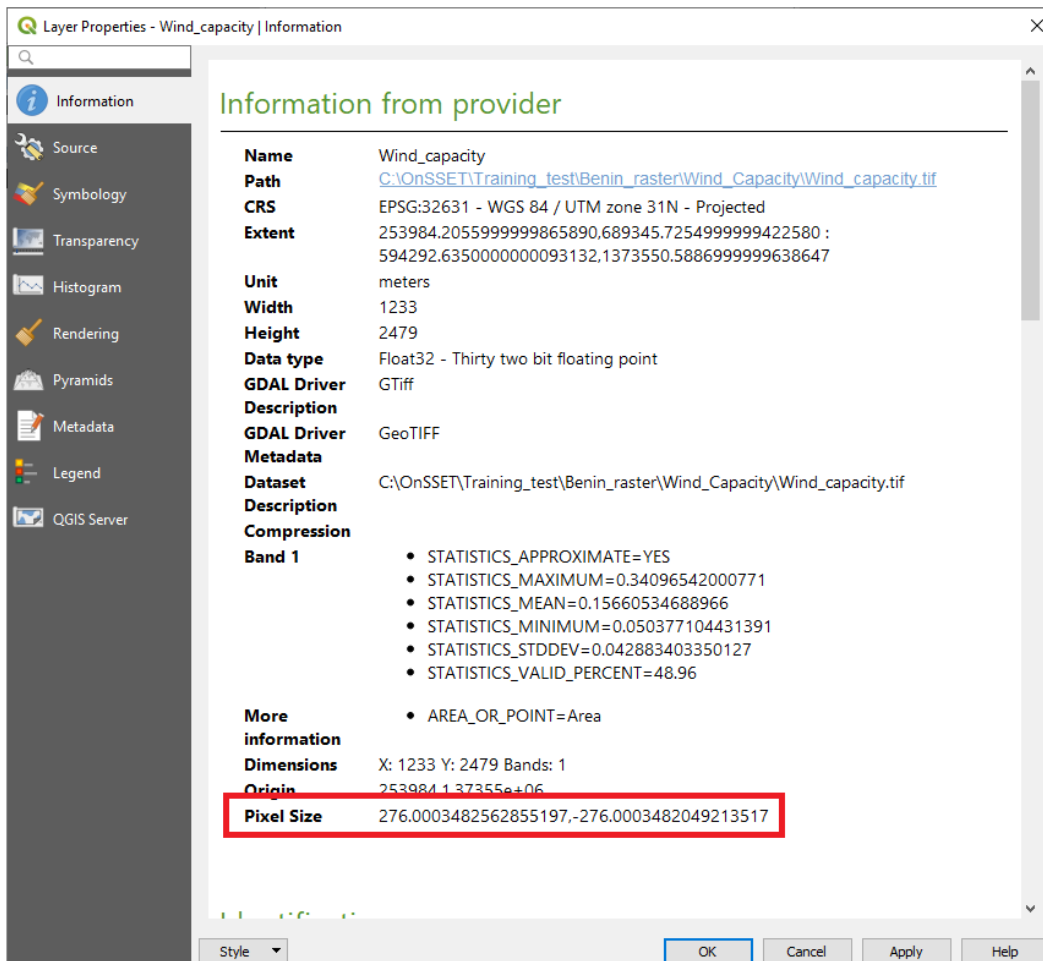
4. Conservez le reste tel qu'il est indiqué par défaut.

NOTE : Comme dans le cas des vecteurs, si vous n'exportez pas les cartes, elles ne seront sauvegardées qu'en mémoire et n'existeront pas la prochaine fois que vous redémarrerez le programme.

Rééchantillonnage et reclassement

Rééchantillonner

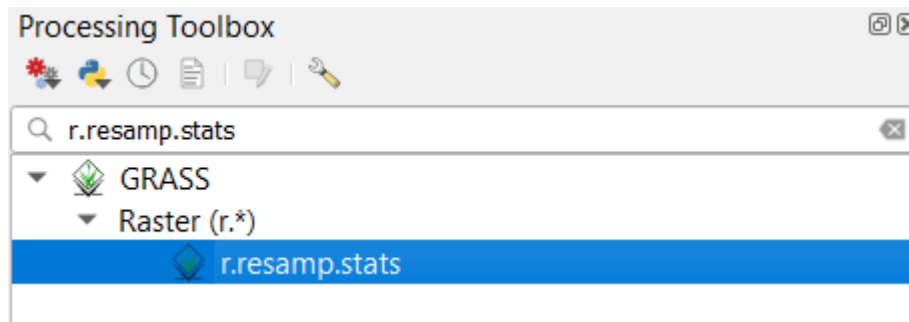
Si vous ouvrez les **propriétés de** la couche de capacité éolienne (en cliquant avec le bouton droit de la souris) et que vous allez dans **Information**, vous pourrez voir la résolution spatiale du raster de capacité éolienne. Il est indiqué que la taille des pixels est d'environ 276.



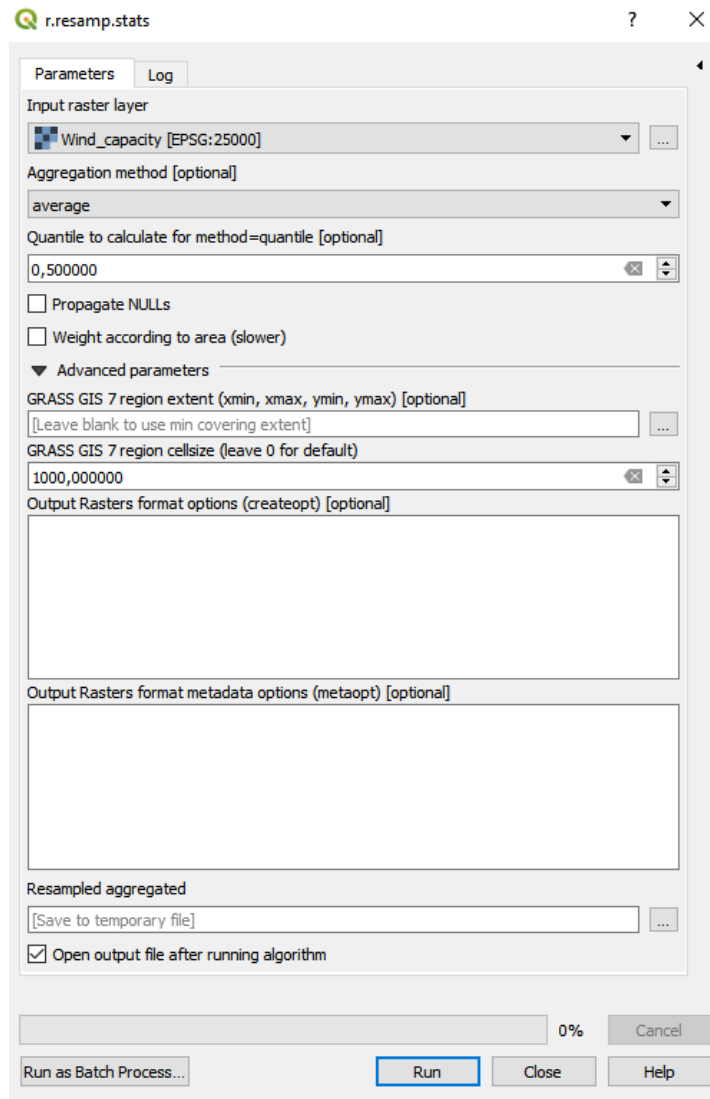
L'unité du système de coordonnées étant le mètre, cela équivaut à une résolution spatiale de 276 m x 276 m. Nous voulons que la résolution spatiale soit de 1 km² (1

km x 1 km), en d'autres termes, nous voulons que le raster de la capacité éolienne ait une taille de cellule plus grande que celle que nous avons actuellement. Cela peut se faire en ré-échantillonnant la carte, à l'aide d'un outil appelé **r.resamp.stats**.

1. Recherchez "r.resamp.stats" dans la **boîte à outils** (l'outil que vous allez utiliser fait partie du paquet GRASS).



2. Lorsque vous ouvrez l'outil, l'écran suivant s'affiche :



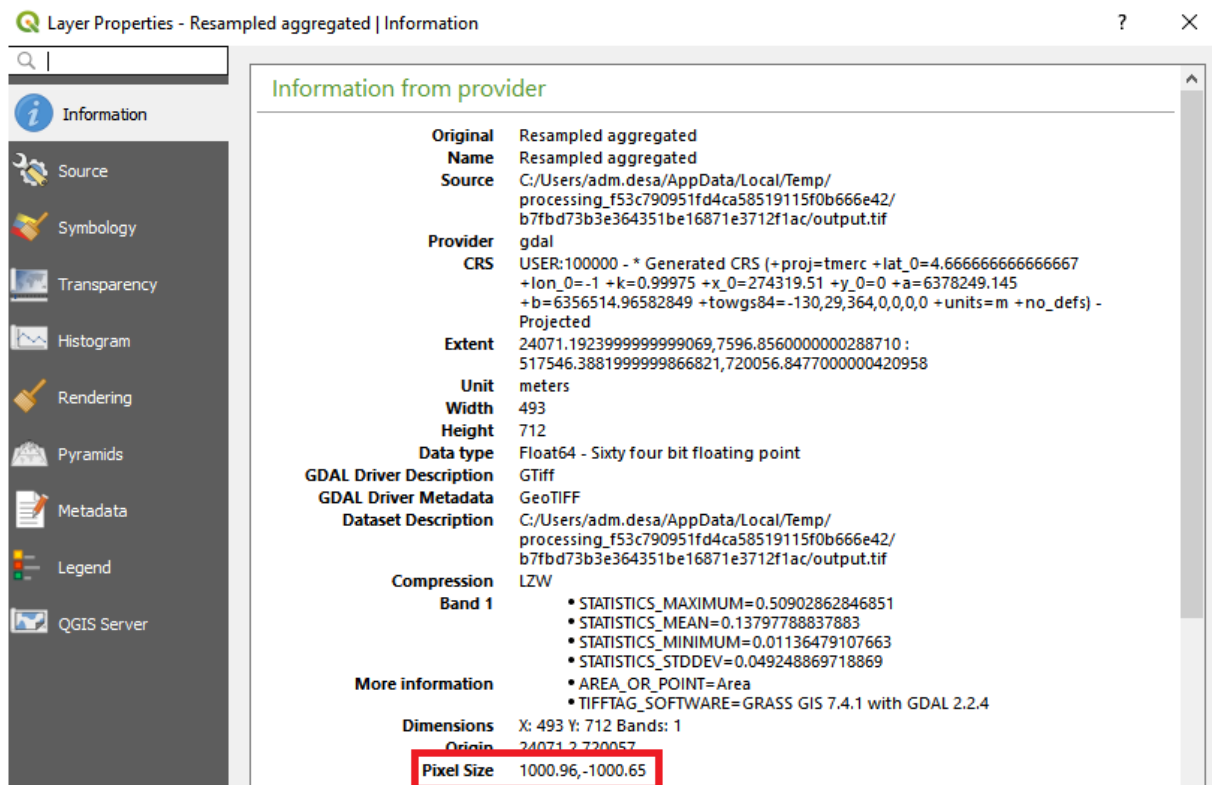
En tant que **couche d'entrée**, entrez l'ensemble de données que vous souhaitez rééchantillonner (dans ce cas, la carte de la capacité éolienne que vous avez exportée précédemment).

Comme **méthode d'agrégation**, choisissez "moyenne". Ce champ détermine la manière dont le rééchantillonnage est effectué. En choisissant "average", nous indiquons à QGIS que les cellules d'une taille de 1 km² doivent avoir la valeur moyenne de toutes les cellules d'une taille de 276 qui les chevauchent.

Dans **GRASS GIS 7 region cellsize (leave 0 for default)** entrez 1000. Cela indique à QGIS que nous voulons des cellules de 1000 m x 1000 m (1 km²). Notez que ce champ lit la valeur dans l'unité du système de coordonnées et que nous avons reprojété dans les étapes précédentes vers un système de coordonnées avec une unité de mètres.

Laissez tous les autres champs tels quels et cliquez sur **Run** pour exécuter l'outil.

3. Ensuite, ouvrez les propriétés de la couche rééchantillonnée et vérifiez que la taille des cellules est maintenant d'environ 1000m x 1000m.

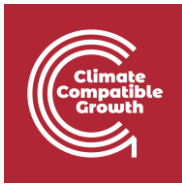


Layer Properties - Resampled aggregated | Information

Information from provider

Original Name	Resampled aggregated
Source	C:/Users/adm.desa/AppData/Local/Temp/processing_f53c790951fd4ca58519115f0b666e42/b7fb73b3e364351be16871e3712f1ac/output.tif
Provider	gdal
CRS	USER:100000 - * Generated CRS (+proj=tmerc +lat_0=4.666666666666667 +lon_0=-1 +k=0.99975 +x_0=274319.51 +y_0=0 +a=6378249.145 +b=6356514.96582849 +towgs84=-130,29,364,0,0,0,0 +units=m +no_defs) - Projected
Extent	24071.192399999999999069,7596.85600000000288710 : 517546.38819999999866821,720056.8477000000420958
Unit	meters
Width	493
Height	712
Data type	Float64 - Sixty four bit floating point
GDAL Driver Description	GTiff
GDAL Driver Metadata	GeoTIFF
Dataset Description	C:/Users/adm.desa/AppData/Local/Temp/processing_f53c790951fd4ca58519115f0b666e42/b7fb73b3e364351be16871e3712f1ac/output.tif
Compression	LZW
Band 1	<ul style="list-style-type: none"> • STATISTICS_MAXIMUM=0.50902862846851 • STATISTICS_MEAN=0.13797788837883 • STATISTICS_MINIMUM=0.01136479107663 • STATISTICS_STDDEV=0.049248869718869
More information	<ul style="list-style-type: none"> • AREA_OR_POINT=Area • TIFFTAG_SOFTWARE=GRASS GIS 7.4.1 with GDAL 2.2.4
Dimensions	X: 493 Y: 712 Bands: 1
Origin	24071.2 720057
Pixel Size	1000.96,-1000.65

Reclasser les valeurs

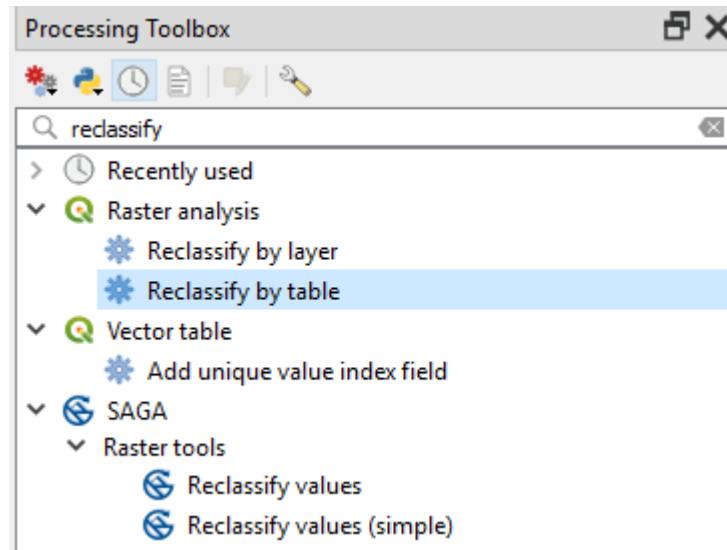


La reclassification des fichiers raster est une pratique courante. Elle est utile lorsque vous souhaitez créer des classes au sein de vos ensembles de données ou modifier les valeurs de différentes classes. La reclassification d'un raster peut également s'avérer utile si vous souhaitez mettre en évidence des zones spécifiques en fonction de différentes caractéristiques. Dans cet exercice, nous allons utiliser la couche de capacité éolienne rééchantillonnée et la reclasser. L'objectif est de mettre en évidence les zones présentant des facteurs de capacité élevés.

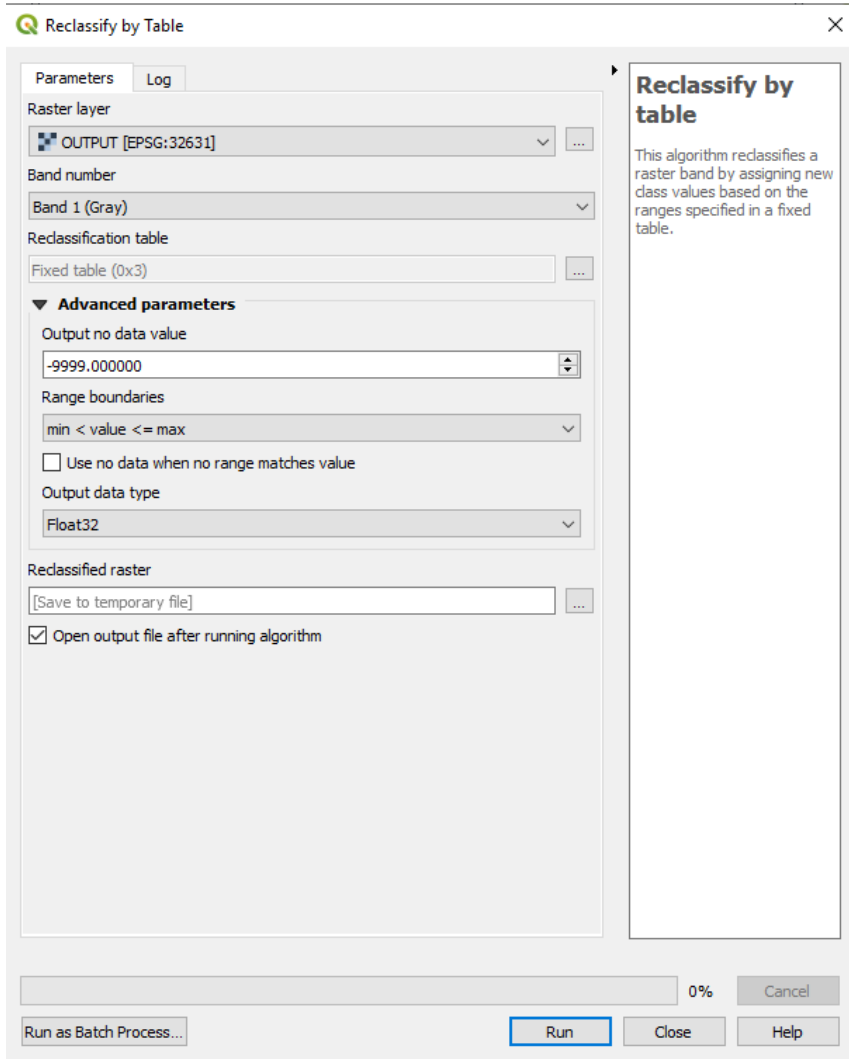
Le facteur de capacité éolienne est mesuré en pourcentage. Comme vous pouvez le voir dans la fenêtre QGIS, le minimum se situe autour de 0 et le maximum autour de 34%.

Dans cet exemple, nous souhaitons installer nos éoliennes dans des zones où les ressources éoliennes sont favorables. Nous sommes intéressés par les zones où le facteur de capacité éolienne est d'au moins 20 %. Par conséquent, nous mettrons à 0 toutes les valeurs comprises entre 0 et 20, et nous conserverons les autres valeurs telles quelles.

1. Dans la boîte à outils, recherchez "reclasser par tableau".
2. Parmi les outils qui apparaissent, choisissez **Reclasser par table** dans le paquet QGIS.

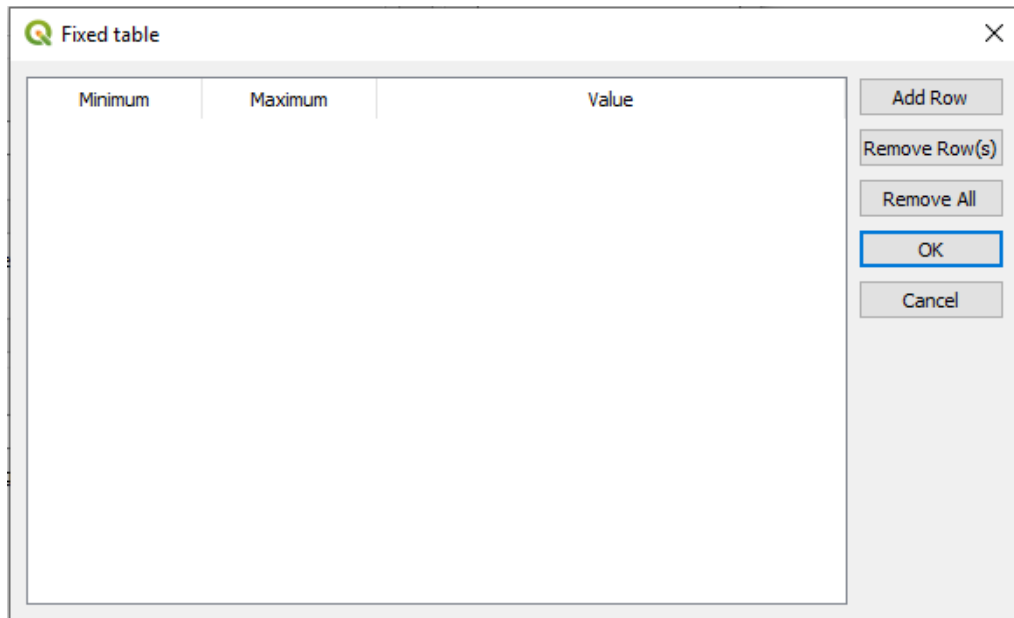


3. Lorsque vous ouvrez l'outil, l'écran suivant s'affiche :



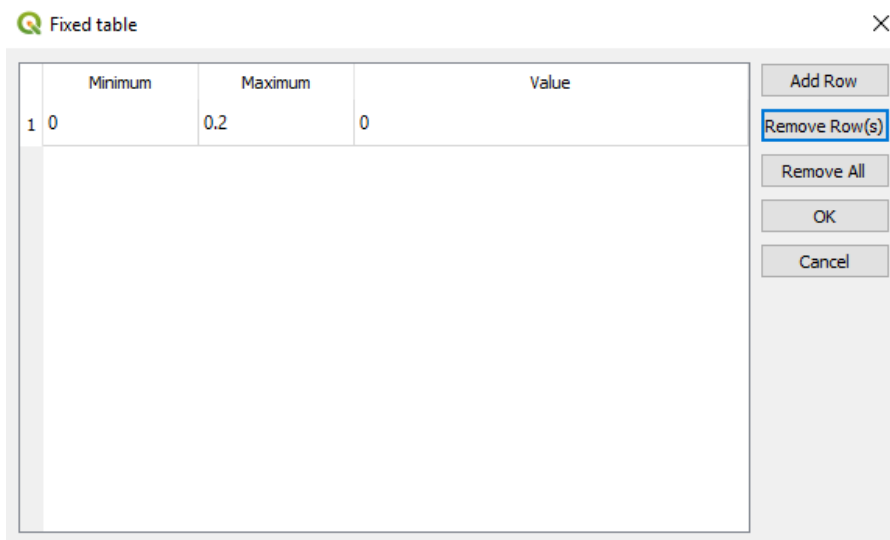
Dans la **couche Raster**, choisissez la carte de capacité éolienne rééchantillonnée de l'étape précédente.

Ensuite, cliquez sur les trois points situés à côté du champ intitulé "**Tableau de reclassement**". La fenêtre suivante s'ouvre :



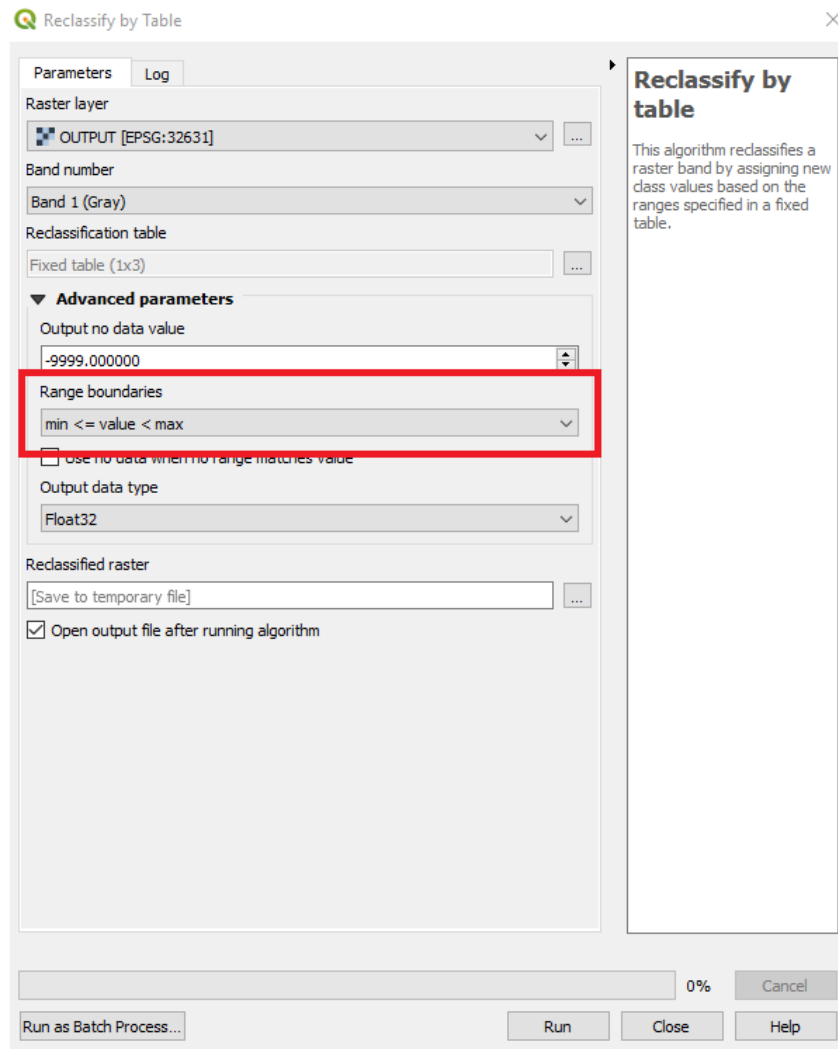
	Minimum	Maximum	Value

Cliquez sur **Ajouter une ligne** et entrez 0 comme **Minimum**, 0,2 comme **Maximum** et 0 comme **Valeur**. Les deux premières valeurs (minimum et maximum) déterminent la plage à reclasser et la valeur détermine la nouvelle valeur. En suivant ces instructions, nous nous assurons que toutes les valeurs comprises entre 0 et 0,2 sont remplacées par 0. Une fois que vous avez saisi votre ligne, cliquez sur OK pour fermer cette fenêtre.



	Minimum	Maximum	Value
1	0	0.2	0

- De retour à la fenêtre principale, assurez-vous que les **limites de la plage** sont "min <= valeur < max". Ainsi, 0,2 n'est pas reclassé, mais toutes les valeurs inférieures à le sont.



- Lancez maintenant l'outil en cliquant sur **Exécuter**.
- Exportez cette couche de la même manière que précédemment dans le dossier "wind_capacity". Nommez le jeu de données "modified_wind_capacity".



Extraire les valeurs au point

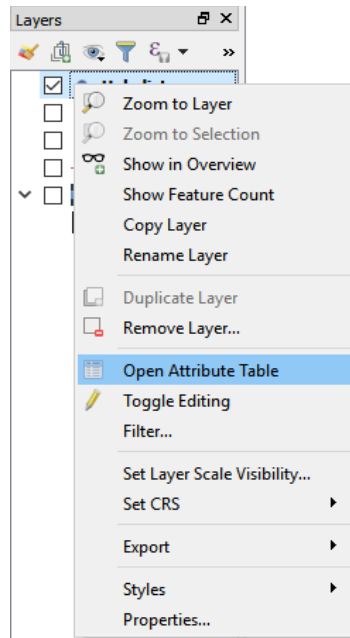
Extraire les valeurs matricielles en points

Jusqu'à présent, nous nous sommes assurés que la carte de la capacité éolienne couvrait le Bénin, qu'elle avait le bon système de coordonnées et la bonne taille de cellule, et qu'elle mettait en évidence les zones présentant des facteurs de capacité favorables. Les données matricielles peuvent parfois être difficiles à examiner et à utiliser correctement, car les tables d'attributs et les limites discrètes manquent. Par conséquent, il est souvent utile de transformer les données matricielles en couches de points ou d'extraire les valeurs matricielles des couches de points existantes.

A la fin de l'exercice vectoriel (Travaux pratiques 2), vous avez obtenu une couche de points avec les distances aux lignes de transmission actuelles et prévues. Importez cette couche de points en la faisant glisser sur le canevas de la carte. Pour faciliter le suivi de l'ensemble, supprimez d'abord toutes les couches à l'exception de la couche `capacité_de_vent_modifiée`.

Dans cet exercice, vous allez exporter les valeurs matricielles de la couche de capacité éolienne modifiée vers la couche de distance. De cette façon, vous disposerez de deux types d'informations à chaque endroit.

1. Cliquez avec le bouton droit de la souris sur la couche des points de distance et ouvrez la table des attributs.



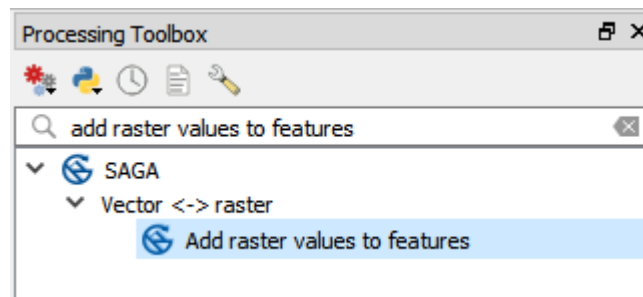
2. Dans la table des attributs, vous verrez une colonne intitulée "HubDist". Il s'agit de la distance entre les lignes de transmission et chaque point du pays.

dist :: Features Total: 136945, Filtered: 136945, Selected: 0

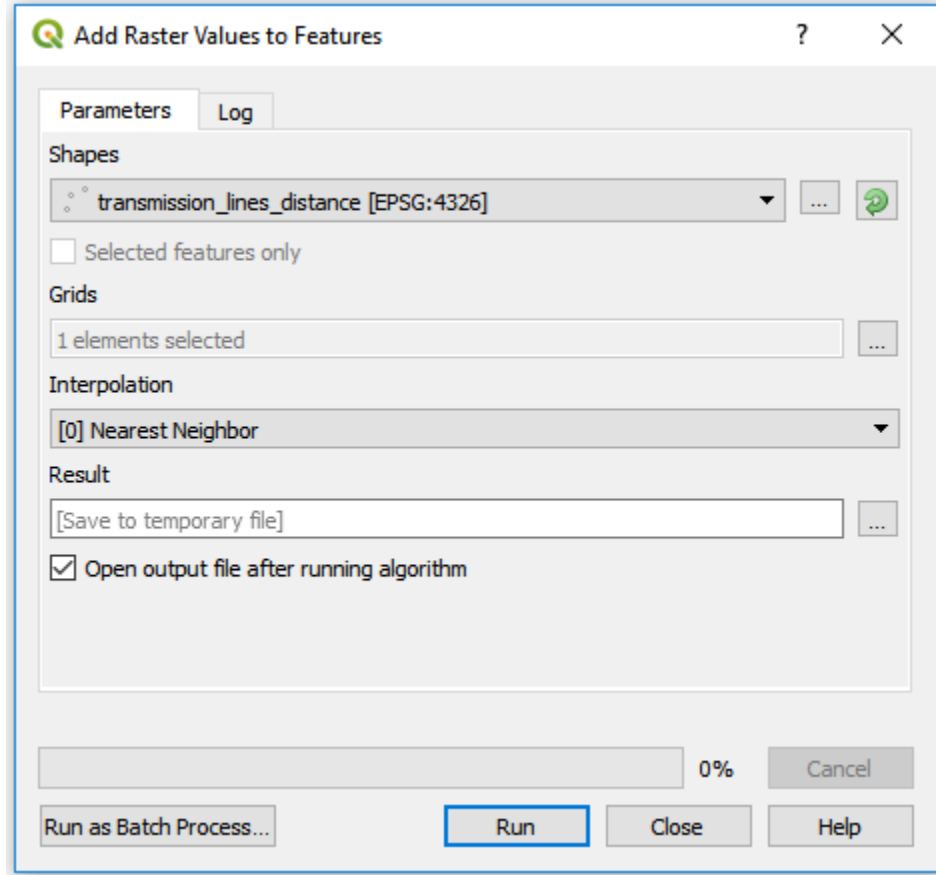
	FID	HubName	HubDist
1	85291	N/A	2,61948
2	12052	N/A	2,85695
3	14420	N/A	3,91059
4	6814	N/A	3,94710
5	29897	N/A	4,79826
6	27692	N/A	5,08317
7	73426	N/A	5,17525

Vous allez maintenant ajouter à cette table d'attributs les valeurs de la grille modifiée de la capacité éolienne.

3. Fermez la table des attributs de la carte des distances.
4. Allez dans la barre d'outils et cherchez "add raster values to features".
Vous utiliserez l'outil fourni dans le paquet SAGA.



5. Lorsque vous ouvrez l'outil, l'écran suivant s'affiche.



Dans le champ "Shapes", entrez la couche de points de distance. Il s'agit du fichier vectoriel qui servira de base à la table attributaire pour l'analyse.

Dans le champ intitulé "Grids", sélectionnez la couche de capacité éolienne modifiée.

Laissez tout le reste tel quel et cliquez sur "Exécuter".

6. Une fois l'outil terminé, vous obtiendrez une nouvelle couche de points nommée "Result". Si vous ouvrez la table d'attributs de cette couche, vous

verrez qu'en plus de la colonne de distance, il y a aussi des valeurs de capacité éolienne et des coordonnées.

Result :: Features Total: 136945, Filtered: 136945, Selected: 0

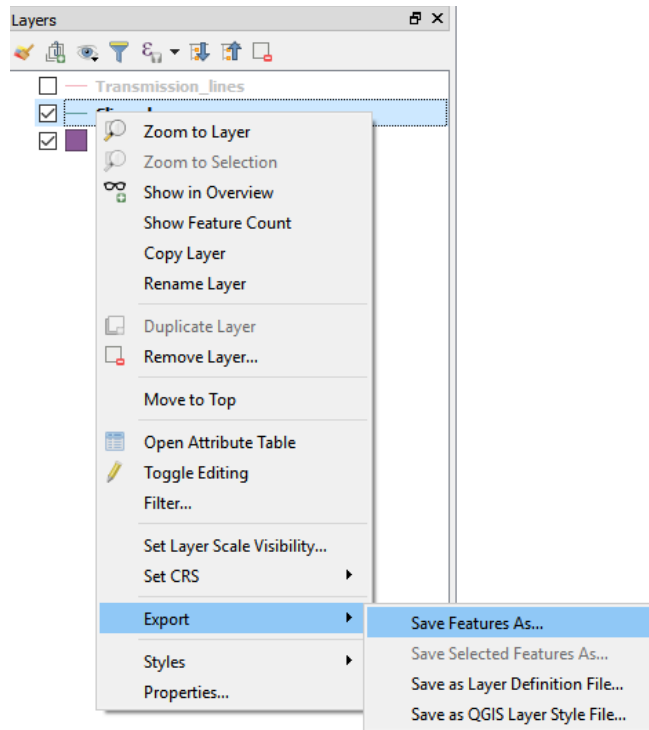
	FID	HubName	HubDist	Windcap
1	8	N/A	15,3760700000	0,3008156419
2	9	N/A	163,1556300000	0,3006379902
3	7	N/A	188,2976700000	0,3004633188
4	18	N/A	68,5932500000	0,2997071445
5	16	N/A	419,1802400000	0,2987762093
6	17	N/A	243,8231900000	0,2984927595
7	10	N/A	391,2536400000	0,2984584570

Cela signifie que vous avez combiné la couche de capacité éolienne avec la couche de distance que vous aviez à l'origine.

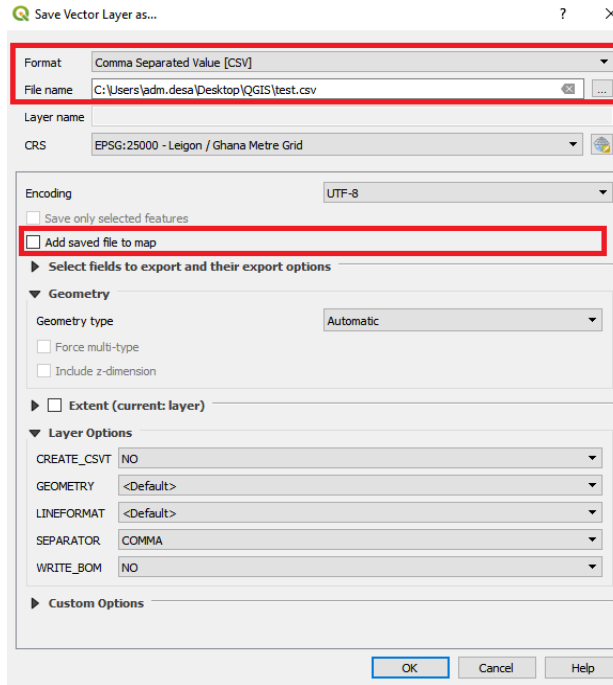
Exporter une couche au format csv

Nous allons maintenant exporter la couche de points dans laquelle nous avons combiné le facteur de capacité éolienne et la distance aux lignes de transmission dans un fichier csv.

1. Cliquez avec le bouton droit de la souris sur le calque découpé et cliquez sur **Exporter** ☑ **Enregistrer les caractéristiques sous...**



2. Choisissez d'exporter vos fichiers vectoriels au format **CSV (Comma Separated Value)**. Cliquez sur "Parcourir" à côté du nom du fichier et naviguez jusqu'au dossier dans lequel vous souhaitez enregistrer la couche. Nommez votre fichier "**distance_à_la_grille_et_capacité**". Cliquez sur "OK" pour exporter (assurez-vous que la case "Ajouter le fichier enregistré à la carte" **n'est PAS** cochée).



Enfin, localisez le nouveau fichier csv que vous avez créé et ouvrez-le.
Ceci complète la dernière partie de cet exercice.

The translation of this material to French was assisted by Ariane Millot.